

材料力学基本概念题及解答

(附历届中央电大统考试题及解答)



辽宁广播电视大学
机械教研室编

材料力学基本概念题及解答

(附历届中央电大统考试题及解答)

辽宁广播电视大学
机械教研室编

前 言

为配合八四级电大学生材料力学课的学习，期末复习和期末考试。由中央电大和辽宁电大力学教师，根据教学大纲和期末考试要求，编写和搜集了材料力学基本概念题约180题。其内容形式包括填空、判断、问答、基本作图、基本计算和基本实验题目等。为便于学习，书中对每个题目均作了参考解答。

另外，书后附有全国电大历届材料力学试题及解答，供师生参考。

本书也可供工科院校、职大师生学习使用。

参加本书编写的有：李继斌（轴向拉伸与压缩）；郭士正（扭转）；黄河（弯曲）；孟宪纲（应力状态理论与强度理论）；王建兴（组合变形与疲劳强度）；刘乃积（压杆稳定与能量法）。全书由刘乃积统稿。中央电大力学教师丁新同志对本书作了全面审阅，并就期末复习及教学要求写了一篇综述性文章。

由于时间仓促，水平有限，书中错误之处在所难免，请读者批评指正。

前 言

为配合八四级电大学生材料力学课的学习，期末复习和期末考试。由中央电大和辽宁电大力学教师，根据教学大纲和期末考试要求，编写和搜集了材料力学基本概念题约180题。其内容形式包括填空、判断、问答、基本作图、基本计算和基本实验题目等。为便于学习，书中对每个题目均作了参考解答。

另外，书后附有全国电大历届材料力学试题及解答，供师生参考。

本书也可供工科院校，职大师生学习使用。

参加本书编写的有：李继斌（轴向拉伸与压缩）；郭士正（扭转）；黄河（弯曲）；孟宪纲（应力状态理论与强度理论）；王建兴（组合变形与疲劳强度）；刘乃积（压杆稳定与能量法）。全书由刘乃积统稿。中央电大力学教师丁新同志对本书作了全面审阅，并就期末复习及教学要求写了一篇综述性文章。

由于时间仓促，水平有限，书中错误之处在所难免，请读者批评指正。



目

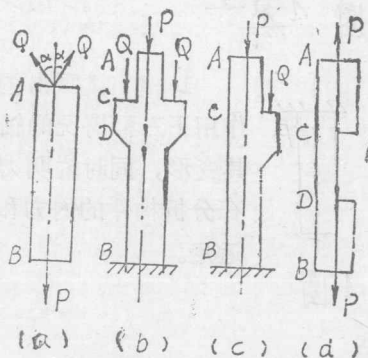
分类
书 录

第一部分 基本概念题	1
一 轴向拉伸与压缩	1
二 扭转	9
三 弯曲	15
四 应力状态理论与强度理论	29
五 组合变形与疲劳强度	42
六 压杆稳定与能量法	48
第二部分 参考解答	62
一 轴向拉伸与压缩	62
二 扭转	65
三 弯曲	71
四 应力状态理论与强度理论	77
五 组合变形与疲劳强度	87
六 压杆稳定与能量法	95
第三部分 历届中央电大统考试题及解答	104
一 一九七九级中央电大统考试题及解答	104
二 一九八〇级中央电大统考试题及解答	112
三 一九八二级中央电大统考试题及解答	118
第四部分 材料力学教学要求综述	124

第一部分 基本概念题

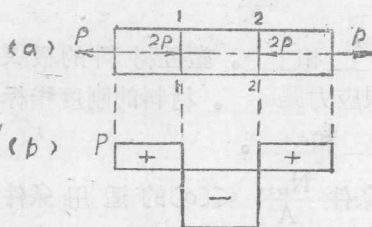
一 轴向拉伸与压缩

1-1 试判断下列那些杆或杆的那段属于轴向拉伸或轴向压缩。



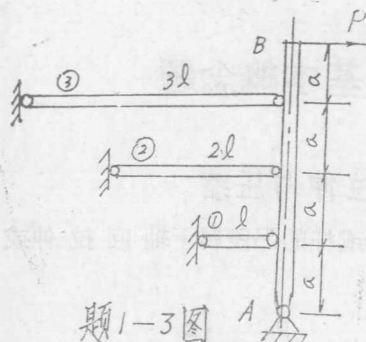
题 1-1 图

1-2 直杆受力如图



(a)所示,其轴力图如图(b)所示。试问轴力图是否有错误?如有错误请改正过来。

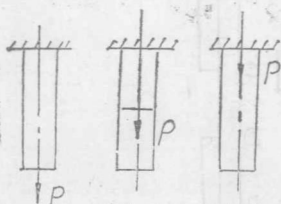
题 1-2 图



题 1-3 图

1—3 图示刚性杆AB上连接三根杆子，其长度分别为1、2l和3l，位置如图所示。设①、②、③杆的应变分别为 ε_1 、 ε_2 、 ε_3 ，试问如下计算结果对不对：

$$\varepsilon_3 > \varepsilon_2 > \varepsilon_1$$



题 1-4 图

1—4 试画出图示构件在力P作用下三种情况的轴力图，并计算其变形，同时说明力的可传性原理在分析构件的内力和变形时是否适用。

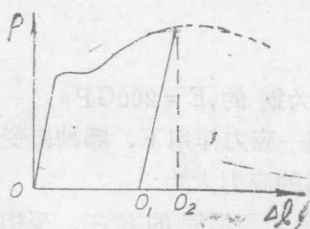
1—5 填空

(1) 低碳钢在拉伸过程中，表现为_____、_____、_____和_____四个阶段，并依次存在_____、_____和_____三个特征点。

(2) 材料的强度指标是_____和_____。塑性材料的极限应力是_____，脆性材料的极限应力是_____。材料的刚度指标是_____，材料的塑性指标是_____和_____。

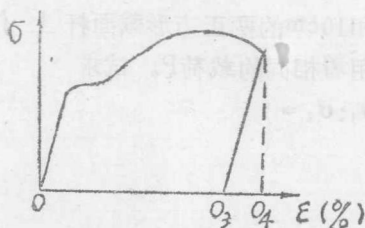
(3) 拉（压）杆的强度条件 $\frac{N_{\max}}{A} \leq [\sigma]$ 的适用条件是_____。

1—6 指出低碳钢拉伸时P— Δl 图中代表弹性变形和塑



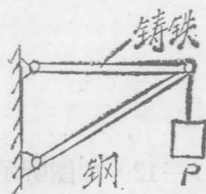
题 1-6 图

性变形的线段。



题 1-7 图

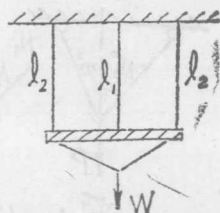
1-7 指出低碳钢拉伸时 σ - ε 图中代表延伸率的线段。



题 1-8 图

1-8 如图所用材料合适吗？

1-9 图示三根金属丝 l_1 、 l_2 、 l_3 ，悬挂重物 W 。已知中间是钢丝，两侧是黄铜丝，并设 $l_1 = l_2$ ， $A_1 = A_2$ ， $E_1 = 200\text{GPa}$ ， $E_2 = 80\text{GPa}$ 。试求：

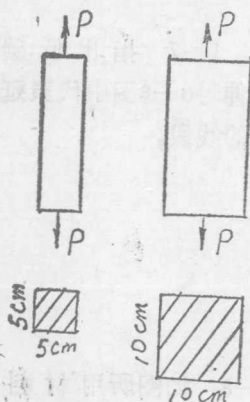


题 1-9 图

(1) $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = ?$ (2) $\frac{N_1}{N_2} = ?$

1—10 (1) 二拉杆, 一为钢的, $E = 200 \text{ GPa}$, 一为铝的, $E = 71 \text{ GPa}$ 。试比较在同一应力作用下, 哪种应变大? 在同一应变情况下, 哪种材料的应力大?

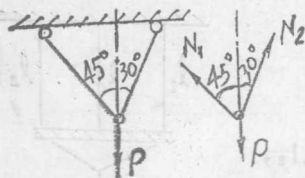
(2) 设两根材料和横截面面积不同的拉杆, 受相同的轴向拉力。试问它们的内力是否相同? 为什么?



题 1—11 图

1—11 在边长分别为 5 cm 和 10 cm 的两正方形截面杆上, 作用着相同的载荷 P 。试求

$\sigma_1 : \sigma_2 = ?$



题 1—12 图

1—12 如图所示结构中, AC 和 BC 均为圆截面直钢杆, 直径都为 $d = 20 \text{ mm}$, 许用应力 $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$ 。求该结构的许用载荷 $[P]$

试分析如下解法是否正确？如果解法有错误，则错在哪里？

解：（1）由强度条件得

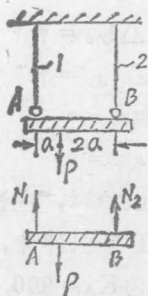
$$[N_1] = A_1[\sigma] = 0.785d^2[\sigma] \dots\dots\dots ①$$

$$[N_2] = A_2[\sigma] = 0.785d^2[\sigma] \dots\dots\dots ②$$

（2）由平衡条件 $\Sigma Y = 0$ ，得到

$$[N_1]\cos 45^\circ + [N_2]\cos 30^\circ = P \dots\dots\dots ③$$

然后将①、②代入③，求得许用载荷 $[P]$



1—13 求图示结构的许用载荷。已知 $A_1 = A_2 = 10\text{cm}^2$, $[\sigma] = 160\text{Mpa}$ 。

有人这样求解：

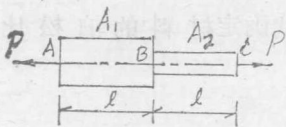
$$\therefore [N_1] = A_1[\sigma] = 160000\text{N}$$

$$[N_2] = A_2[\sigma] = 160000\text{N}$$

$$\therefore [P] = [N_1] + [N_2] = 320000\text{N}$$

试问此结果是否正确？如果错了，错在哪里？

题1—13图



题1—14图

1—14 图示柱杆ABC，

受拉力 P 作用。AB段上截面面积为 A_1 ，BC段上截面面积为 A_2 ，长度均为 l ，弹性模量为 E 。试判断用下列方法求最大变形和最大应变，对否？对者请在其后括号内打 $\checkmark$

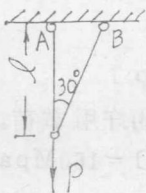
号，错者请在其后括号内打 $\times$ 。

$$(1) \Delta l_{\max} = \Delta l_1 + \Delta l_2 = \frac{Pl}{EA_1} + \frac{Pl}{EA_2} \quad (\quad)$$

$$(2) \varepsilon_{\max} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \frac{\Delta l_1}{l} + \frac{\Delta l_2}{l} = \frac{P}{EA_1} + \frac{P}{EA_2} = \frac{\sigma_1}{E_1} +$$

$$\frac{\sigma_2}{E_2} \quad (3) \varepsilon_{\max} = \frac{\Delta l_1}{l} = \frac{P}{EA_1} = \frac{\sigma_1}{E} \quad ()$$

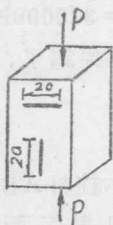
$$(4) \varepsilon_{\max} = \frac{\Delta l_2}{l} = \frac{P}{EA_2} = \frac{\sigma_2}{E} \quad ()$$



题 1-15 图

1—15 图示结构。试计算：

- (1) AC杆的内力 $N_{Ac} = ?$
- (2) BC杆的内力 $N_{Bc} = ?$
- (3) AC杆的绝对伸长 $\Delta l_{Ac} = ?$
- (4) BC杆的绝对伸长 $\Delta l_{Bc} = ?$
- (5) C点的垂直位移 $S_{\text{垂直}} = ?$
- (6) C点的水平位移 $S_{\text{水平}} = ?$



题 1-16 图

1—16 在作轴向压缩试验时，在试件的A及B处分别安装两个杆杆引伸计，如图所示。已知放大倍数各为 $K_A = 900$ ， $K_B = 1200$ ，标距均为 $S = 20\text{mm}$ 。如受压后引伸计的读数增量各为 $\Delta n_A = -9\text{mm}$ ， $\Delta n_B = 3.6\text{mm}$ 。试确定材料的泊松比 $\mu = ?$

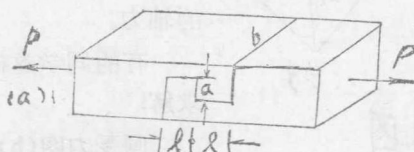
1—17 什么叫杆？什么叫直杆？什么叫等直杆？

1—18 试指出下列概念的区别：外力和内力；内力与应力；纵向变形与正应变；弹性变形与塑性变形；比例极限与弹性极限；工作应力、极限应力与许用应力；延伸率与正应变；截面收缩率与横向应变。

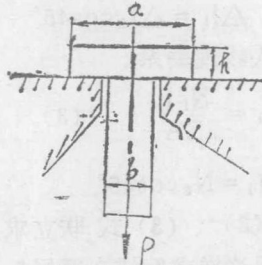
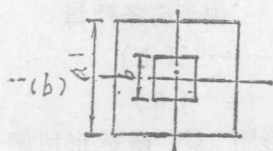
1—19 金属材料在轴向拉伸或压缩时有几种破坏形式？各与何种应力有关？

1—20 设两杆的横截面面积 A ，长度 l 及轴向载荷 P 均相等，而材料不同。试问两杆横截面上的应力是否相等？变形是否相等？

1—21 长 $l=32\text{cm}$ ，直径 $d=3.2\text{cm}$ 的圆截面钢杆，在

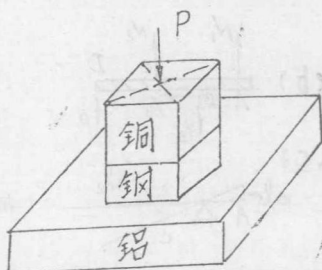


试验机上受到拉力 $P = 135\text{KN}$ 时，测得直径缩减 0.0062mm 及在 5cm 长度内伸长 0.040mm 。求弹性模量 E 和横向变形系数 μ 。



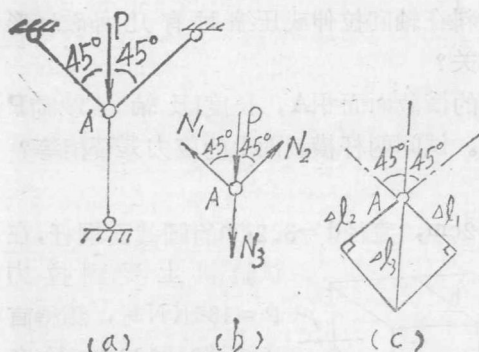
题 1—22 图

1—22 求左图 (a) 及 (b) 连接件的剪切面面积和挤压面面积。



题 1—23 图

1—23 图示构件由三部分组成。已知许用挤压应力 $[\sigma_b]_{\text{铜}} > [\sigma_b]_{\text{钢}} > [\sigma_b]_{\text{铝}}$ ，问应对哪一部分进行挤压强度计算？



题 1-24 图

—24 图

(a)所示静不定杆系，受载荷 P 作用。杆①、②、③的长度和刚度 EA 均相同，试求各杆的轴力。

有的同学这样求解：

画受力图(b)，由平衡条件得

$$N_1 = N_2 \dots\dots\dots (1)$$

$$N_3 = (N_1 + N_2) \cos 45^\circ - P \dots\dots\dots (2)$$

画变形图(c)得变形协调

$$\text{条件为 } \Delta l_1 = \Delta l_3 \cos 45^\circ$$

代入物理关系

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA} \dots\dots\dots (3)$$

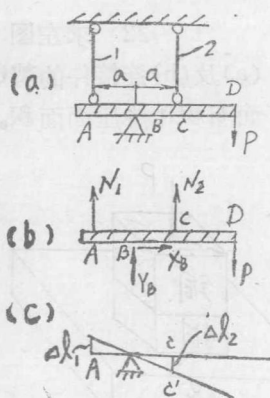
$$\text{得 } N_1 = N_3 \cos 45^\circ$$

(1)、(2)、(3)式联立求解

试问这样求解错在哪里？如何解决？

1—25 图示静不定结构。

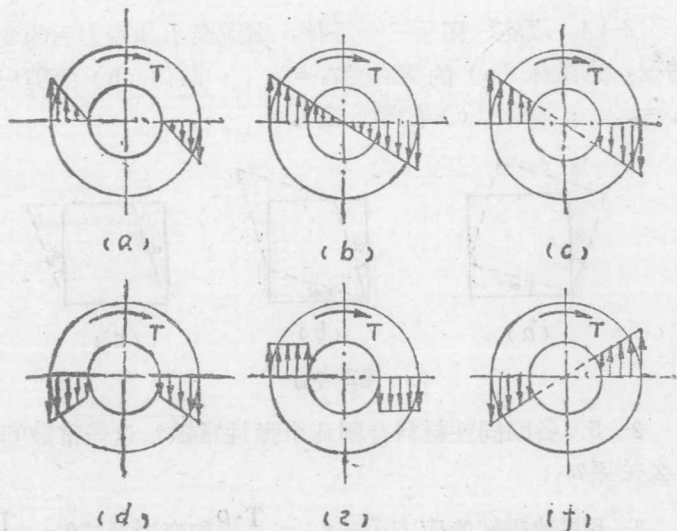
为求 1、2 杆的轴力，画出了受力图(b)和变形图(c)。试问这样画对吗？



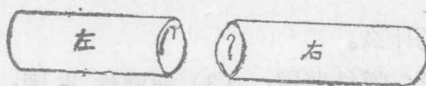
题 1-25 图

二、扭 转

2-1 园轴在纯扭矩作用下，应力在横截面上是如何分布的？最大剪应力 τ_{max} 在何处？如图所示，空心园轴横截面上的扭转应力分布图哪个是正确的？

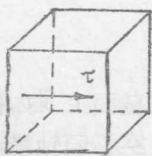


题2-1图



题2-2图

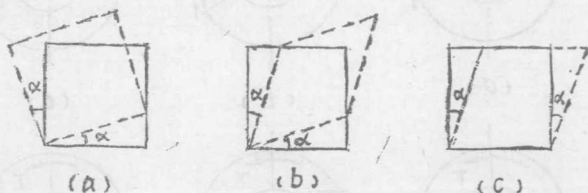
2-2 园轴沿横截面截开，如图所示。取左段轴观察，截面的扭矩为正，如取右段轴观察同一截面，其扭矩是否也一定为正？



2—3 已知微体上一个面上的 τ ,其它面上的剪应力是否可以确定? 如何确定? 请画在图上。

题2-3图

2—4 填空: 图示三个微体, 虚线表示其受力后的变形情况, 则微体(a)的剪应变 $\gamma_a = \underline{\hspace{2cm}}$; 微体(b)的剪应变 $\gamma_b = \underline{\hspace{2cm}}$; 微体(c)的剪应变 $\gamma_c = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



题2-4图

2—5 各向同性材料有哪几个弹性常数? 这些常数间有什么关系?

2—6 圆轴扭转的应力公式 $\tau_\rho = \frac{T \cdot \rho}{I_p}$ 和变形公式 $\theta = \frac{T}{G \cdot I_p}$

(或 $\phi = \frac{Tl}{GI_p}$), 是在材料变形的什么范围内适用? 试从下列答案中选择, 并说明为什么。

- (1) 塑性范围;
- (2) 弹性范围;
- (3) 弹塑性范围;
- (4) 任何变形范围。

2—7 填空: 剪应力公式 $\tau_\rho = \frac{T \cdot \rho}{I_p}$ 的应用条件为:

(1) 公式建立在____假设的基础上;

(2) 公式只适用于____截面轴;

(3) 公式适用于____极限以内。

2—8 两根直径相同, 长度相同的园轴, 其材质一根为钢, 一根为铜。问在大小相同的扭转力矩 T 的作用下, 两根轴的最大剪应力是否相等? 强度是否一样? 变形是否相等? 刚度是否相同? 为什么?

2—9 空心及实心园轴, 其截面的极惯性矩和抗扭截面模量的表达式分别是:

(1) 实心: $I_p = \frac{\pi d^4}{16}$; $W_p = \frac{\pi d^3}{32}$

空心: $I_p = \frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}$; $W_p = \frac{\pi D^3}{64} - \frac{\pi d^3}{64}$;

(2) 实心: $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$; $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$;

空心: $I_p = \frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}$; $W_p = \frac{\pi D^3}{16}(1 - \alpha^4)$;

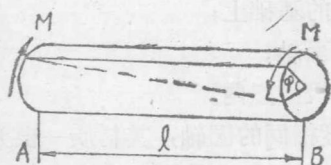
(3) 实心: $I_p = \frac{\pi d^4}{16}$; $W_p = \frac{\pi d^3}{32}$;

空心: $I_p = \frac{\pi D^4}{32}(1 - \alpha^4)$; $W_p = \frac{\pi D^3}{16} - \frac{\pi d^3}{16}$;

(4) 实心: $I_p = \frac{\pi d^4}{32}$; $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$;

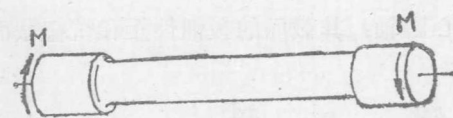
空心: $I_p = \frac{\pi D^4}{32}(1 - \alpha^4)$; $W_p = \frac{\pi D^3}{32}(1 - \alpha^4)$;

从中选择一组正确答案。

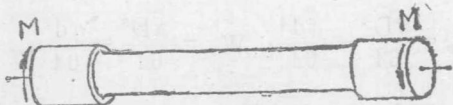


题2-10图

2—10 如图所示圆轴，当B截面对A截面的相对扭角为正时，问A截面对B截面的相对扭角是否也为正？



(a)



(b)

题2-11图

2—11 如图所示，(a)为碳钢试件，(b)为铸铁试件，在纯扭转作用下，其破坏形式如何？画出断口形貌，并说明各与何种应力有关。

2—12 选择填空：扭转破坏的断口表明_____。

- (1) 塑性材料和脆性材料的抗剪能力都低于抗拉能力；
- (2) 塑性材料和脆性材料的抗拉能力都低于抗剪能力；
- (3) 脆性材料的抗拉能力低于抗剪能力；而塑性材料的抗剪能力低于抗拉能力；
- (4) 脆性材料的抗剪能力低于抗拉能力；而塑性材料的抗拉能力低于抗剪能力。

2—13 有材料为 d 的实心圆轴I及内径 d_0 和外径 D 之比 $d_0/D=0.8$ 的空心圆轴II，已知两轴材料相同，长度相等，所传递的扭转均为 T ，试求：